

10/533915

PCT/JP03/14094

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

05.11.03

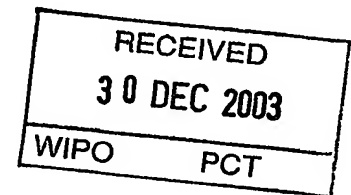
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2002年12月24日

出 願 番 号
Application Number: 特願2002-373085
[ST. 10/C]: [JP2002-373085]

出 願 人
Applicant(s): イーメックス株式会社

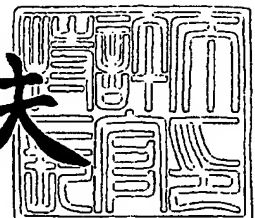


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年12月12日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 P000642EM

【提出日】 平成14年12月24日

【あて先】 特許庁長官 殿

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府池田市宇保町5番16-608号 イーメックス株式会社内

【氏名】 座間 哲司

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府池田市宇保町5番16-608号 イーメックス株式会社内

【氏名】 原 進

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府池田市宇保町5番16-608号 イーメックス株式会社内

【氏名】 瀬和 信吾

【特許出願人】

【識別番号】 302014860

【氏名又は名称】 イーメックス株式会社

【代理人】

【識別番号】 100104581

【弁理士】

【氏名又は名称】 宮崎 伊章

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 049456

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 要約書 1

【物件名】 図面 1

【包括委任状番号】 0203698

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 導電性高分子複合構造体の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電解槽に浸漬可能な電極保持体を、電解液中に浸漬し、次いで対極と作用電極との間に電解液を介して通電して電解重合することにより導電性高分子と導電性基体とが複合した構造体を得る導電性高分子複合構造体の製造方法であって、

前記作用電極保持体は作用電極、作用電極端子部及び電極保持部を備え、

前記作用電極端子部に前記作用電極が取り付けられ、

前記作用電極が少なくともコイル状の導電性基体を含む

ことを特徴とする導電性高分子複合構造体の製造方法。

【請求項 2】 前記作用電極端子部に複数の作用電極が取り付けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の導電性高分子複合構造体の製造方法。

【請求項 3】 前記作用電極保持体が、さらに対極を備えることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の導電性高分子複合構造体の製造方法。

【請求項 4】 前記作用電極と前記対極との間隔が 0.1～100mm となるように、前記対極が保持されることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の導電性高分子複合構造体の製造方法。

【請求項 5】 前記作用電極は複数個のコイル状の導電性基体が束ねられた集合体を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の導電性高分子複合構造体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、導電性高分子と導電性基体とが複合した構造体を得る導電性高分子複合構造体の製造方法に関する。

【0002】

【従来技術】

ポリピロールなどの導電性高分子は、電気化学的な酸化還元によって伸縮する

現象である電解伸縮を発現することが知られている。この導電性高分子の電解伸縮は、人工筋肉、ロボットアーム、義手やアクチュエータ等の用途へ適用が近年注目され、マイクロマシン等の小型の用途だけでなく大型化された用途への適用も注目されている。

【0003】

導電性高分子は、電解重合方法により製造されるのが一般的である。電解重合方法としては、通常は、電解液中にピロール等のモノマー成分を加え、この電解液中に作用電極及び対向電極を設置して、両電極に電圧を印加することで導電性高分子を作用電極上に膜として形成させる方法が行われる（例えば、非特許文献1参照）。電解重合により得られた導電性高分子は、膜状に成形された導電性高分子に電圧を印加することにより伸縮または屈曲の変位をさせることができる。

【0004】

【非特許文献1】

緒方直哉編 「導電性高分子」、第8版、株式会社サイエンティフィック、1990年2月10日、第70頁～第73頁

【0005】

電解重合法により製造された導電性高分子を含む素子（以下、導電性高分子素子）を産業用ロボット等のロボットアーム、義手などの人工筋肉等の大型化した用途の駆動部のアクチュエータに用いる場合には、マイクロマシン等の小型のアクチュエータとして用いられる素子に比べて、より大きな伸縮量若しくはより大きな発生力を得るために素子のサイズを大きくする必要がある。そのため、電解重合により得られた導電性高分子膜は、サイズを大きくするために長片化または複数枚積層するなどの厚膜化などの加工を施して、サイズの大きな導電性高分子素子とする必要がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

サイズの大きな導電性高分子素子について、導電性高分子素子の長さを制御することにより所望の変位量とする場合において、大きい変位量を得るために、例えば、柱状体の高さ方向に大型化した導電性高分子素子を用いた場合では、底面

一面に電極を設置しても、電解重合法で得られる導電性高分子の導電率は通常 10^2 S/cm 程度であり、脱ドーピング状態では更に導電率が低下するため、素子上部では十分な電圧を印加することができず、高さ方向に金属板等の電極を設置した場合には、金属板等の電極が導電性高分子素子の動作を阻害し、前記導電性高分子素子が伸縮運動をすることが難しいという問題がある。

【0007】

また、導電性高分子は導電性高分子そのものの機械的強度が高くないために加工時の走査で切断されやすいので、ナノマシンやカテーテル等のマイクロマシンに代表されるサイズの小さな導電性高分子素子を得るために、電解重合で得られた導電性高分子膜をカッティング等の加工により外径または幅が 1 mm 未満の所定の形状に成形することは難しい。また、導電性高分子は、溶融が困難であるために、ワイヤー等の細線状や円筒状の樹脂成形品を製造する際に通常用いることができる押出成形や射出成形等の製造方法を用いることができない。そのため、導電性高分子の電解伸縮により伸縮または屈曲の駆動をするアクチュエータ素子は、ナノマシン及びマイクロマシンを含むサイズの小さな駆動部としての実用化がされていない。

【0008】

上記問題を解決するために、導電性基体と導電性高分子とを含む導電性高分子複合構造体であって、前記導電性基体が伸縮性を有し、前記導電性基体の導電率が $1.0 \times 10^3 \text{ S/cm}$ 以上である導電性高分子複合構造体をアクチュエータ素子として用いることができる。前記導電性高分子複合構造体については、導電性基体を作用電極として電解重合を行う導電性高分子の製造方法であって、前記導電性基体が伸縮性を有し、前記導電性基体の導電率が $1.0 \times 10^3 \text{ S/cm}$ 以上であることを特徴とする導電性高分子の製造方法を用いることができる。前記導電性基体としてコイル状の導電性基体を用いた場合には、導電性基体の概形とほぼ同一の円筒状若しくは円柱状の導電性高分子複合構造体を得ることができる。

【0009】

しかし、前記導電性基体がコイル状の導電性基体である場合において、大型の

アクチュエータ素子を得るためには、アクチュエータ素子全体の各部分について導電性高分子が存在する量を容易に均一にするために、前記製造方法により導電性高分子が形成されることで得られた複数の導電性高分子複合構造体を積層させることが好ましい。発生力の大きなアクチュエータ素子を得るためには、導電性高分子とコイル状の導電性基体とが複合化した導電性高分子複合構造体を多数本得ることが必要である。

【0010】

例えばコイル外径0.5mmの金属製コイルを前記導電性基体として用いた前記導電性高分子複合構造体を束ねることにより外径50mmの円柱状アクチュエータ素子を得るには、およそ2500本程度束ねる必要がある。このような多数の導電性高分子複合構造体を用いる場合には、前記の電解重合を行う導電性高分子の製造方法において、作用電極として1つの導電性基体を用い、1本ずつ電解重合するのでは、大型アクチュエータ素子を得るための必要本数の導電性高分子複合構造体を得るには手間がかかり、多大な時間を要するため、作業性が十分ではない。また、1本ずつ導電性高分子複合構造体を電解重合により得た場合には、各導電性高分子複合構造体中に導電性高分子が含まれる量にバラツキも生じやすい。前記バラツキが大きい場合には、各導電性高分子複合構造体の伸縮量に差が生じ、導電性高分子複合構造体中を多数本積層させて得たアクチュエータ素子が所望の屈曲若しくは湾曲の動作をしない場合が生じる。つまり、多数本の導電性高分子複合構造体を短時間で効率よく、容易に製造することが課題となり、さらに各導電性高分子複合構造体中に導電性高分子が含まれる量にバラツキの生じないように導電性高分子複合構造体を得ることが望ましい。

【0011】

本発明の目的は、多数本の導電性高分子複合構造体を短時間で効率よく、容易に製造する導電性高分子複合構造体の製造方法を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】

そこで、本発明者らは、電解槽に浸漬可能な電極保持体を、電解液中に浸漬し、次いで対極と作用電極との間に電解液を介して通電して電解重合することによ

り導電性高分子と導電性基体とが複合した構造体を得る導電性高分子複合構造体の製造方法であって、前記作用電極保持体は作用電極、作用電極端子部及び電極保持部を備え、前記作用電極端子部に前記作用電極が取り付けられ、前記作用電極が少なくともコイル状の導電性基体を含むことを特徴とする導電性高分子複合構造体の製造方法を用いることにより、対極を作用極近傍に設置した状態で多数本の導電性高分子複合構造体を短時間で同時に得ることができることを見出し、本発明に至った。

【0013】

また、本発明者らは、前記の導電性高分子複合構造体の製造方法において、前記作用電極として複数個のコイル状の導電性基体が束ねられた集合体を用いることにより、前記作用電極である導電性基体がコイル状であるために金属線が細く長いので抵抗が大きくなり、導電性基体が長くなればなるほど電位の伝わりが悪くなり、導電性基体上に導電性高分子を形成しにくくなるという問題をも解決することを見出した。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、本発明について図を用いて説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0015】

本発明は、電解槽に浸漬可能な電極保持体を、電解液中に浸漬し、次いで対極と作用電極との間に電解液を介して通電して電解重合することにより導電性高分子と導電性基体とが複合した構造体を得る導電性高分子複合構造体の製造方法であって、前記作用電極保持体は作用電極、作用電極端子部及び電極保持部を備え、前記作用電極端子部に前記作用電極が取り付けられ、前記作用電極が少なくともコイル状の導電性基体を含むことを特徴とする導電性高分子複合構造体の製造方法である。前記製造方法においては、対極を作用極近傍に設置して電解重合を行うことができる。図1は、本発明における電極保持体1の正面図である。電極保持体1は、作用電極端子部2を備え、作用電極接続部3において作用電極4が接続線5を介して作用電極端子部2と接続している。

【0016】

作用電極端子部2は横長のNi板を用いている。本発明の導電性高分子複合構造体の製造方法においては、作用電極端子部の形状が特に限定されるものではなく、円柱状やメッシュなどの形状であっても良い。また、前記作用電極端子部の材質は、導電性を示し、前記作用電極が設置可能であれば特に限定されず、金属及び非金属の導電性材料を用いることができる。

【0017】

図1においては、10本の作用電極が作用電極端子部に取り付けられ、作用電極4は、4本のコイル状の導電性基体をねじることにより束ねて、一束としたものであり、作用電極端子部2に複数の作用電極4が設置されて、作用電極群を形成している。前記導電性基体が多数本束ねられて集合体を形成する場合には、1本の作用電極で電解重合してもよく、一度の電解重合により、多数本の導電性基体をそれぞれ個別に電解重合した後に束ねることに比べて、作業時間を大幅に短縮することができる。また、導電性高分子複合構造体を用いて大型のアクチュエータ素子を得る場合には、コイル状の導電性基体が多数本束ねられた集合体を複数本用いて、多数の作用電極が作用電極端子部の取り付けられることが、短時間で効率よく製造できるので好ましい。

【0018】

前記導電性基体は、 $1.0 \times 10^3 \text{ S/cm}$ 以上の導電率を示すものが好ましく、導電性金属やカーボン等の導電性材料で形成されていても良く、メッキ等により表面が導電性金属やカーボン等の導電性材料で被覆されていても良い。前記導電性基体の導電率が $1.0 \times 10^3 \text{ S/cm}$ 以上であることにより、さらに、長さ方向または高さ方向にサイズを大きくした導電性高分子複合構造体の場合であっても、伸縮等の変位をするのに十分な電位を素子全体にかけることができる。導電性金属を含む導電性基体としては、Ag、Ni、Ti、Au、Pt、Ta、W等の金属やSUS等の合金を用いることができる。特に、前記導電性基体は、大きな伸縮性能をもつ導電性高分子を得るために、Ni、Tiが特に好ましい。

【0019】

本発明の導電性高分子複合構造体の製造方法は、前記作用電極は、各作用電極

が1本のコイル状導電性基体であっても良く、コイル状の導電性基体が束ねられた集合体であっても良い。前記作用電極に用いるコイル状の導電性基体長い場合には、前記作用電極である導電性基体がコイル状であるために金属線が細く長いので抵抗が大きくなり、導電性基体が長くなればなるほど電位の伝わりが悪くなり、導電性基体上に導電性高分子を形成しにくくなる。このような場合には、前記作用電極をコイル状の導電性基体が束ねられた集合体とすることで、電解重合時において、導電性基体全体に一定の電位を伝えることができ、電解重合の効率が向上し、製造時間の短縮化を図ることができる。また、前記集合体を用いて電解重合をすることにより得られた導電性高分子複合構造体は、導電性基体が複数本まとまった状態で導電性高分子と複合化した状態となっているので、コイル状の導電性基体を1本ずつ個別に複合化させることにより導電性高分子複合構造体を得る方法に比べて、電解槽の省スペース化を図ることができ、多数本を一度に複合化させたことと同様の効果を得ることができる。

【0020】

また、作用電極として用いられる前記集合体は、複数本のコイル状の導電性基体が互いに接触して電位がほぼ一定となるように、複数本も導電性基体のコイルの上下がつながって、伸縮動作時に動きを阻害しない構造であればどのような形でも良い。例えば、前記集合体としては、コイル状の導電性基体をエキスパンダー状に束ねる構造、コイル状の導電性基体を円筒状に配列した円筒構造、コイル状の導電性基体をねじることにより束ねた構造など、導電性高分子複合構造体を用いる形態に応じて、前記集合体の形態を採用することができる。前記集合体は、特に限定されるものではないが、4～100本のコイル状の導電性基体の束であることが電解重合の作業性及び効率が良く、導電性高分子複合構造体の伸縮性能を損なわないために好ましい。100本を越える本数の束を用いると、束内部のコイルへの電解重合が効率よく実施できない。ただし、適切な空間を設けて電解液とコイルが効率良く接触できる場合は、100本以上の束も使用できる。

【0021】

図1においては、作用電極4は、作用電極4の長さ方向を上下とした場合の上部において作用電極4と接続されている接続線5がハンダ止めにより作用電極接

続部 3 で作用電極端子部 2 に接続されている。本発明の導電性高分子複合構造体の製造方法においては、前記作用電極接続部は、電氣的に導通のとれる方法であれば特に限定されるものではなく、ハンダ止め、導電性接着剤、スポット溶接、クリップ止め方式、またはネジ頭で接続線を固定するネジ止め方式から選ばれるものであって良い。なお、前記接続線は、必須の部品ではなく、前記作用電極が直接作用電極端子部に直接接続されていても良いが、本発明の電極保持体は、作用電極を作用電極端子部に取付ける作業を容易とするために、導電性金属製の接続線が備えてあることが好ましい。

【0022】

図 1 において、電極保持体 1 には、板状であって、各厚さがほぼ同一の電極固定部 6 a、6 b、6 c、6 d が備えられ、前記電極固定部が枠形状を形成している。枠状に組み合わされた電極固定部 6 a、6 b、6 c、6 d の背面には、前記電極固定部が形成する枠形状の外寸とほぼ同じ大きさの対極 7 が固定されている。電極固定部 6 a の前面に作用電極端子部 2 が固定され、電極固定部の背面に対極が備えられていることから、各作用電極における対極との間隔がほぼ同一となり、得られた導電性高分子複合構造体のそれぞれに含まれる導電性高分子の量は、ほぼ一定にすることが容易にできる。

【0023】

各作用電極における対極との間隔は、電解重合により作用電極上に導電性高分子を形成することができれば特に限定されるものではないが、1～50 mm であることが好ましい。作用電極と対極との間隔が 1 mm 未満である場合には、作用電極と電極が接触してショートを生じ易く、作用電極と対極との間隔が 50 mm より広い場合には、定電流法では電圧が大きくなりすぎて電解液が劣化するとともに、生成した導電性高分子の性能が低くなるし、定電位法では電解電流が極めて小さくなって、作用電極上に所望の量の導電性高分子を形成するのに時間がかかる。また、本発明の導電性高分子複合構造体の製造方法においては、対極は、必ずしも作用電極保持体に固定される必要はない。前記対極が電解槽に固定され、各作用電極における対極との間隔がほぼ同一となるように作用電極保持体が電解槽の所定の位置に固定されてもよい。

【0024】

図1において、電極保持体は、4つの電極固定部を備えているが、複数個である必要が無く、対極と作用電極との間を遮るものでなければ、一体型の枠形状など、どのような形状であっても良い。例えば、対極が電解槽に固定されている場合において、横長の板状である電極固定部に作用電極端子部を設置し、作用電極端子部に接続された作用電極が鉛直下向きに垂れ下がるように電解槽上部の所定の位置に取り付けることで、面積の小さい電極固定部とすることができ、省資源化を図ることができる。また、前記電極固定部は、対極と作用電極との直接の導通を避けるために絶縁性材料で形成されていることが好ましく、プラスチック、セラミック、ガラス、絶縁被覆された金属等であっても良いが、成形が容易であること及び耐溶剤性が良いことよりポリプロピレン、PTFE、ポリエチレン、ガラスであることがより好ましい。なお、前記電極固定部が絶縁性でない場合には、作用電極端子部と電極固定部との間、または電極固定部と対極との間に絶縁性シートを挟むことにより、対極と作用電極との直接の導通を避けることができる。

【0025】

本発明の導電性高分子複合構造体の製造方法において、対極は、対極と作用電極との間に通電することが可能であれば、形状が特に限定されるものではなく、板状、メッシュ、コイル、棒状、筒状等の形状としてもよい。また、前記対極は、導電性を有するものであれば特に限定されるものではなく、Ni、Au、Ptなどの金属やカーボンであってもよい。

【0026】

図2は、本発明の導電性高分子複合構造体の製造方法において、電極保持体に対極と作用電極との間に通電するためのリードを接続した状態を示す図である。電極保持体1に備えられた作用電極端子部2に3本のリード8が接続され、リード8'を介して電源9に接続されている。また、対極7にもリード10が接続されて、電源9へと接続されている。電極保持体1は、吊り下げられながら電解液12を備えた電解槽11に浸漬され、電源9により電位が掛けられて電解重合が行われる。なお、電極保持体1を電解槽11に浸漬した状態を保持する方法としては、特に限定されるものではなく、電極保持体を吊るす方法以外にも、電解槽

にスロットを設けて電極保持体を差し込む方法、電極保持体を箱状のような自立可能な形状として電解槽に静置する方法など、電解槽の形状、大きさなどに適合する各種方法を用いることができる。また、電極保持体を電解槽に浸漬した状態とする際には、作用電極端子部上に導電性高分子が生成しないように、作用電極端子部が電解液に浸らない状態であって、作用電極の全体が電解液に浸った状態とすることが好ましい。

【0027】

図2において、Ni金属板である作用電極端子部2全体の各部分について一定の電位を与えることができるように、3本のリード8と作用電極端子部2との接続部同士の間隔を均等にしてリード8が作用電極端子部2に接続されているが、本発明の導電性高分子複合構造体の製造方法において、作用電極端子部に接続されるリードの本数は特に限定されるものではない。前記の作用電極端子部に接続されるリードは、作用電極端子部の材質に応じて、作用電極端子部全体に一定の電位を与えることができるように、必要な本数だけ作用電極端子部に接続することが好ましい。

【0028】

本発明の導電性高分子複合構造体の製造方法において、電極保持体を電解液に浸漬した後に、対極と作用電極との間に電解液を介して通電して電解重合を行うことにより、電極保持体に備えられた複数個の作用電極上に導電性高分子が生成し、導電性高分子と導電性基体とが複合した構造体である導電性高分子複合構造体を得ることができる。

【0029】

前記電解重合は、導電性高分子単量体の電解重合として、公知の電解重合方法を用いることが可能である。従って、公知の電解液、公知の導電性高分子単量体を用いることができ、また定電位法、定電流法及び電気掃引法のいずれをも用いることができる。例えば、前記電解重合は、電流密度 $0.01 \sim 20 \text{ mA/cm}^2$ 、反応温度 $-70 \sim 80^\circ\text{C}$ 、好ましくは電流密度 $0.1 \sim 2 \text{ mA/cm}^2$ 、反応温度 $-30 \sim 40^\circ\text{C}$ の条件下で行うことができる。

【0030】

本発明の導電性高分子の製造方法において、電解重合に用いられる電解液には、電解重合される有機化合物（例えば、ピロール）およびトリフルオロメタンスルホン酸イオン及び／または中心原子に対してフッ素原子を複数含むアニオンを含む。この電解液を用いて電解重合を行うことにより、電解伸縮において1酸化還元サイクル当たりの伸縮率が優れた導電性高分子を得ることができる。上記電解重合により、トリフルオロメタンスルホン酸イオン及び／または中心原子に対してフッ素原子を複数含むアニオンが導電性高分子に取り込まれることになる。

【0031】

前記トリフルオロメタンスルホン酸イオン及び／または中心原子に対してフッ素原子を複数含むアニオンは、電解液中の含有量が特に限定されるものではないが、電解液中に0.1～30重量%含まれるのが好ましく、1～15重量%含まれるのがより好ましい。

【0032】

トリフルオロメタンスルホン酸イオンは、化学式 CF_3SO_3^- で表される化合物である。また、中心原子に対してフッ素原子を複数含むアニオンは、ホウ素、リン、アンチモン及びヒ素等の中心原子に複数のフッ素原子が結合をした構造を有している。中心原子に対してフッ素原子を複数含むアニオンとしては、特に限定されるものではないが、テトラフルオロホウ酸イオン(BF_4^-)、ヘキサフルオロリン酸イオン(PF_6^-)、ヘキサフルオロアンチモン酸イオン(SbF_6^-)、及びヘキサフルオロヒ酸イオン(AsF_6^-)を例示することができる。なかでも、 CF_3SO_3^- 、 BF_4^- 及び PF_6^- が人体等に対する安全性を考慮すると好ましく、 CF_3SO_3^- 及び BF_4^- がより好ましい。前記の中心原子に対してフッ素原子を複数含むアニオンは、1種類のアニオンを用いても良く、複数種のアニオンを同時に用いても良く、さらには、トリフルオロメタンスルホン酸イオンと複数種の中心原子に対しフッ素原子を複数含むアニオンとを同時に用いても良い。

【0033】

前記電解重合は、電解重合時の電解液に含まれる溶媒が特に限定されるものではないが、1酸化還元サイクル当たりの伸縮率が3%以上の導電性高分子を容易

に得るために、トリフルオロメタンスルホン酸イオン及び／または中心原子に対してフッ素原子を複数含むアニオンを含む以外に、エーテル結合、エステル結合、カーボネート結合、ヒドロキシル基、ニトロ基、スルホン基及びニトリル基のうち少なくとも1つ以上の結合あるいは官能基を含む有機化合物及び／またはハロゲン化炭化水素を電解液の溶媒として含むことが好ましい。これらの溶媒を2種以上併用することもできる。更に望ましくは、前記電解液の溶媒がエステル基、エーテル基、ヒドロキシル基をもつ溶媒であることである。

【0034】

前記有機化合物としては、1, 2-ジメトキシエタン、1, 2-ジエトキシエタン、テトラヒドロフラン、2-メチルテトラヒドロフラン、1, 4-ジオキサン（以上、エーテル結合を含む有機化合物）、 γ -ブチロラクトン、酢酸エチル、酢酸n-ブチル、酢酸-t-ブチル、1, 2-ジアセトキシエタン、3-メチル-2-オキサゾリジノン、安息香酸メチル、安息香酸エチル、安息香酸ブチル、フタル酸ジメチル、フタル酸ジエチル（以上、エステル結合を含む有機化合物）、プロピレンカーボネート、エチレンカーボネート、ジメチルカーボネート、ジエチルカーボネート、メチルエチルカーボネート（以上、カーボネート結合を含む有機化合物）、エチレングリコール、1-ブタノール、1-ヘキサノール、シクロヘキサノール、1-オクタノール、1-デカノール、1-ドデカノール、1-オクタデカノール（以上、ヒドロキシル基を含む有機化合物）、ニトロメタン、ニトロベンゼン（以上、ニトロ基を含む有機化合物）、スルホラン、ジメチルスルホン（以上、スルホン基を含む有機化合物）、及びアセトニトリル、ブチロニトリル、ベンゾニトリル（以上、ニトリル基を含む有機化合物）を例示することができる。なお、ヒドロキシル基を含む有機化合物は、特に限定されるものではないが、多価アルコール及び炭素数4以上の1価アルコールであることが、導電性高分子複合構造体の伸縮率が良いために好ましい。なお、前記有機化合物は、前記の例示以外にも、分子中にエーテル結合、エステル結合、カーボネート結合、ヒドロキシル基、ニトロ基、スルホン基及びニトリル基のうち、2つ以上の結合あるいは官能基を任意の組合わせで含む有機化合物であってもよい。それらは、例えば、3-メトキシプロピオン酸メチル、2-フェノキシエタノールなどで

ある。

【0035】

また、前記電解重合の電解液に溶媒として含まれるハロゲン化炭化水素は、炭化水素中の水素が少なくとも1つ以上ハロゲン原子に置換されたもので、電解重合条件で液体として安定に存在することができるものであれば、特に限定されるものではない。前記ハロゲン化炭化水素としては、例えば、ジクロロメタン、ジクロロエタンを挙げることができる。前記ハロゲン化炭化水素は、1種類のみを前記電解液中の溶媒として用いることもできるが、2種以上併用することもできる。また、前記ハロゲン化炭化水素は、上記の有機化合物との混合して用いてもよく、該有機溶媒との混合溶媒を前記電解液中の溶媒として用いることもできる。

【0036】

前記電解重合に用いられる電解液に含まれる導電性高分子の単量体としては、電解重合による酸化により高分子化して導電性を示す化合物であれば特に限定されるものではなく、例えばピロール、チオフェン、イソチアナフテン等の複素五員環式化合物及びそのアルキル基、オキシアルキル基等の誘導体が挙げられる。その中でもピロール、チオフェン等の複素五員環式化合物及びその誘導体が好ましく、特にピロール及び／またはピロール誘導体を含む導電性高分子であることが、製造が容易であり、導電性高分子として安定であるために好ましい。また、上記モノマーは2種以上併用することができる。

【0037】

前記電解重合に用いられる電解液には、前記トリフルオロメタンスルホン酸イオン及び／または中心原子に対してフッ素原子を複数含むアニオンを含む電解液中に導電性高分子の単量体を含むものであり、さらにポリエチレングリコールやポリアクリルアミドなどの公知のその他の添加剤を含むこともできる。

【0038】

【発明の効果】

本発明の導電性高分子複合構造体の製造方法を用いることにより、発生力の大きなアクチュエータ素子を1つ作るために用いられる多数本の導電性高分子複合

構造体を短時間で効率よく製造できるので、生産性を大きく改善することができる。また、導電性基体を束ねて集合体とすることにより、長さの長いコイル状導電性基体を用いても、電解重合により所望の量の導電性高分子をコイル状導電性基体上に生成させる時間を、導電性基体を束ねない場合に比べて大幅に短縮することができ、生産性を大きく改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明における電極保持体の正面図。

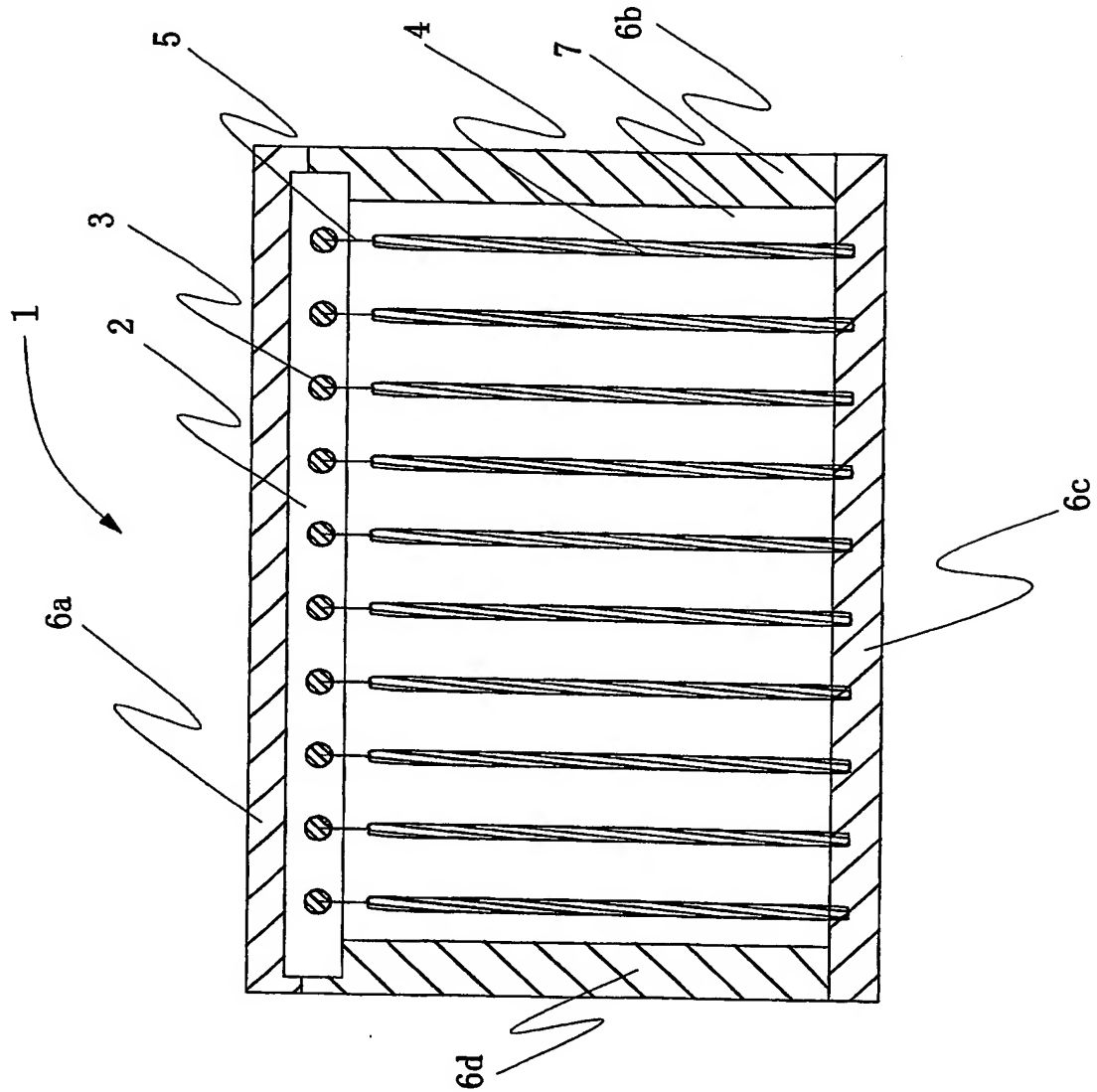
【図 2】 本発明における電極保持体にリードを接続した状態を示す概念図。

【符号の説明】

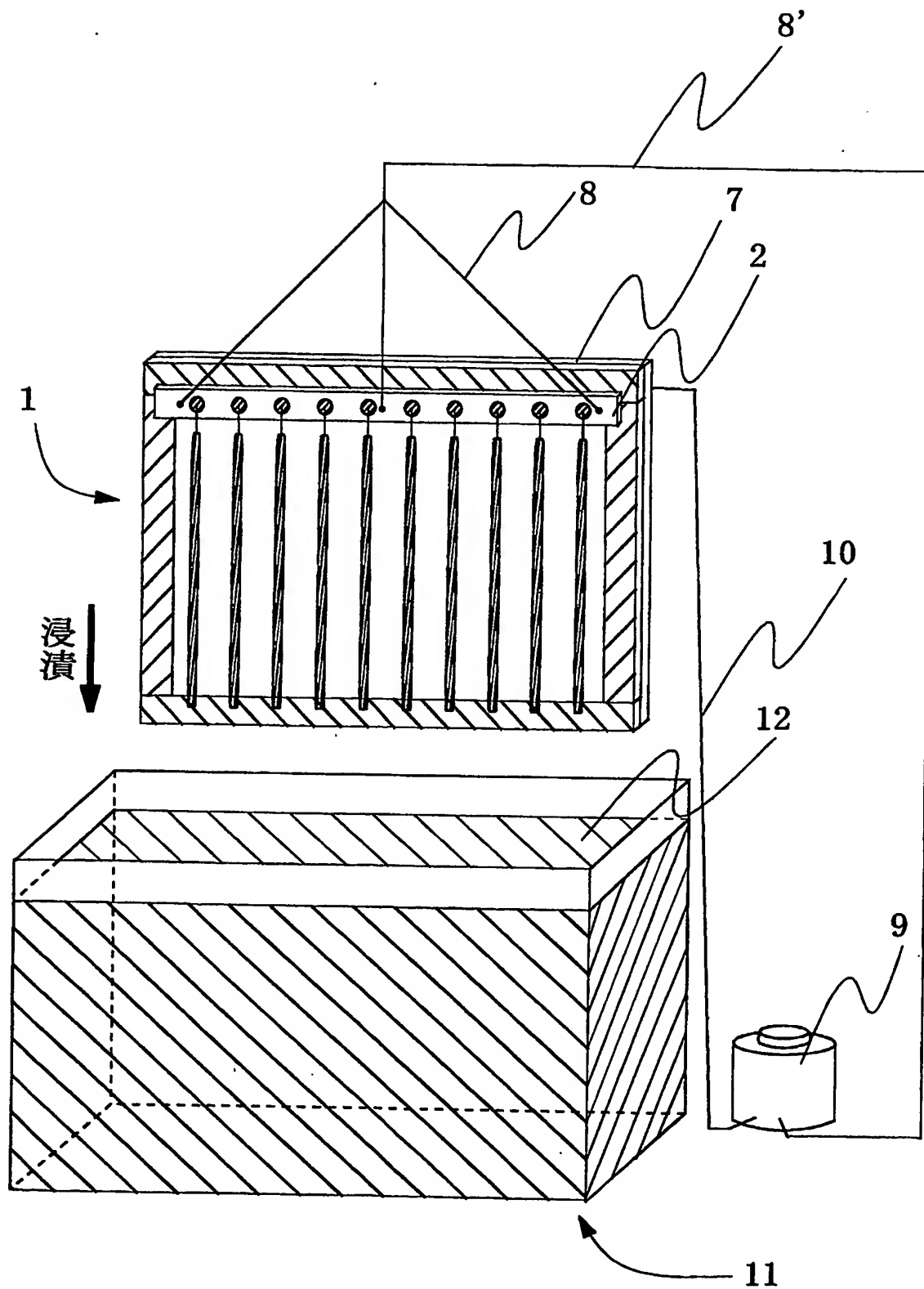
1	電極保持体
2	作用電極端子部
3	作用電極接続部
4	作用電極
5	接続線
6 a、6 b、6 c、6 d	電極固定部
7	対極
8、8'	リード
9	電源
10	リード
11	電解槽
12	電解液

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 多数本の導電性高分子複合構造体を短時間で効率よく、容易に製造する導電性高分子複合構造体の製造方法を提供する。

【解決手段】 電解槽に浸漬可能な電極保持体 1 を、電解液中に浸漬し、次いで対極と作用電極との間に電解液を介して通電して電解重合することにより導電性高分子と導電性基体とが複合した構造体を得る導電性高分子複合構造体の製造方法であって、前記作用電極保持体は作用電極 4、作用電極端子部 2 及び電極保持部 6a、6b、6c、6d を備え、前記作用電極端子部に前記作用電極が取り付けられ、前記作用電極が少なくともコイル状の導電性基体を含むことを特徴とする導電性高分子複合構造体の製造方法を用いる。

【選択図】 図 1

特願 2002-373085

出願人履歴情報

識別番号 [302014860]

1. 変更年月日 2002年 3月 6日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府池田市宇保町5番16-608号
氏 名 イーメックス株式会社